

ランダム位相板を用いた深紫外レーザー光のビーム品質制御

Beam quality control of DUV laser beam using random phase plate

ギガフォトン株式会社

○田中 洋平、曲 晨、田丸 裕基、五十嵐 裕紀、
淵向 篤、三浦 泰祐、藤本 准一、溝口 計

Gigaphoton Inc.

○Yohei Tanaka, Chen Qu, Yuki Tamaru, Hironori Igarashi, Atsushi Fuchimukai,
Taisuke Miura, Junichi Fujimoto, and Hakaru Mizoguchi

E-mail: yohei_tanaka@gigaphoton.com

ArF エキシマレーザは波長 193nm の深紫外領域において 100W 以上の高出力を得る事が可能であるが、固体レーザと波長変換技術によって発生させた紫外の光パルスを種光とし、ArF レーザで増幅する事で高出力と高いビーム品質を両立する事ができる。このようなハイブリッド ArF レーザは、干渉露光や超微細加工などの応用における光源として有望である。高出力な紫外光を用いた応用としては、集光性よりも強度の均一性が優先される等用途に応じてビーム特性のコントロールを行う必要があるため、我々はランダム位相板を用いたビーム特性制御装置を開発している。

ランダム位相板は、光学ガラス等の表面に微細な構造をランダムに配置して入射される光の波面に空間的な位相差を与える事ができるものであり、拡散板と較べると透過率が高い事が特長である。このランダム位相板のパラメータを調節する事で透過するビームの特性が変化するが、レーザ光のビーム特性を表す代表的な指標である M^2 とランダム位相板のパラメータとの関係を実験的に調べた。

実験セットアップを図 1 に示す。固体レーザにより発生させた波長 193nm のガウス分布をしたレーザ光をランダム位相板に入射し、透過した光をレンズと可動式のスリットスキャン式プロファイラを用いて光軸に沿った各点のビーム径を計測し M^2 値を計算した。上記 M^2 値の計測をピクセルサイズの異なるいくつかのランダム位相板で行った結果、図 2 に示すようにピクセルサイズと M^2 値の間には相関があり、ランダム位相板のピクセルサイズを調節する事で各応用に適した紫外光を生成できることが分かった。このようなピクセルサイズと M^2 値の関係は基本的な光の回折式から見積もる事ができるが、我々はランダム位相板を数値モデル化した詳細な光線追跡を行い、実験結果とよく一致する事を確認した。

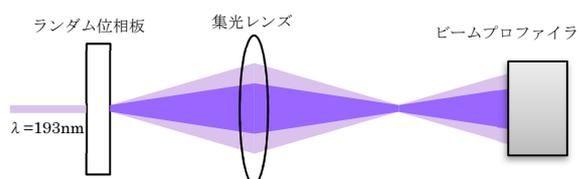


図 1 ランダム位相板透過後のビーム特性評価
セットアップ

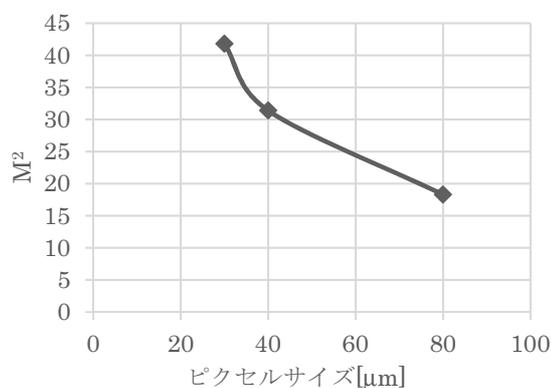


図 2 位相板ピクセルサイズと M^2 の関係